



UNIVERSITAS DIPONEGORO

ANALISIS PERFORMA EVAPORATOR PADA PROTOTYPE

***DEHUMIDIFIER* BERBASIS SISTEM KOMPRESI UAP**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya

MUHAMMAD DHIYAUDDIN JIHADI

21050115060059

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN

DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI

SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2019

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Muhammad Dhiyauddin Jihadi

NIM : 21050115060059

Tanda Tangan :

Tanggal : 18 Januari 2019



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI

TUGAS PROYEK AKHIR

No. : 147 / III / TA / DIII TM / 2018

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut :

No.	NAMA	NIM	PEMBIMBING
1	ADI TRIYONO	21050115060051	DIDIK ARIWIBOWO, ST, MT
2	DIMAS GANI F.	21050115060053	
3	MUHAMMAD ILHAM R.	21050115060057	
4	MUHAMMAD DHIYAUDDIN J.	21050115060059	

Judul Proyek Akhir : DEHUMIDIFIER
Dosen Pembimbing : DIDIK ARIWIBOWO, ST, MT
NIP. : 197007152003121001

Isi Tugas :

1. PENGAMBILAN DATA (T, RH, V)
2. ANALISIS DATA
3. PENULISAN LAPORAN

Proposal TA harus disetujui Dosen Pembimbing dan diserahkan Program Studi paling lambat 2 bulan setelah Surat Tugas ini diterima. Tugas Akhir harus diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak Proposal TA disetujui Dosen Pembimbing, serta diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang , 19 Maret 2018
Ketua PSD III Teknik Mesin

Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes
NIP. 196204211986031002

Surat Tugas dicetak 3 lbr utk :

1. Dosen Pembimbing TA
2. Mahasiswa ybs.
3. Arsip jurusan

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh :

NAMA : Muhammad Dhiyauddin Jihadi
NIM : 21050115060059
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : “Analisis performa evaporator pada prototype
dehumidifier berbasis sistem kompresi uap”

Telah berhasil dipertahankan di hadapan tim penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

TTd

Penguji I : Didik Ariwibowo, S.T., M.T (.....)
Penguji II : Sri Utami Handayani, ST, MT (.....)
Penguji III : Ir. H. Murni, MT (.....)

Semarang, 29 Januari 2019
Ketua PSD III Teknik Mesin

Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes
NIP. 196204211986031002

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Muhammad Dhiyauddin Jihadi
NIM	: 21050115060059
Jurusan / Program Studi	: Diploma III Teknik Mesin
Fakultas	: Sekolah Vokasi
Jenis Karya	: Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Analisis Performa Evaporator Pada Prototipe *Dehumidifier* Berbasis Sistem Kompresi Uap”

Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 2 Oktober 2018

Yang menyatakan,

Muhammad Dhiyauddin Jihadi

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan banyak kesempatan, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir.

Adapun maksud dan tujuan penulisan laporan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi DIII Teknik Mesin Universitas Diponegoro. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu berdoa dan mendukung dalam melaksanakan penulisan laporan tugas akhir.
2. Prof Dr.Ir.Budiyono,M.si selaku Ketua Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Bapak Drs. Ireng Sigit Atmanto, M. Kes selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang telah memberikan keperluan legalisasi untuk kelancaran proses pengerjaan tugas akhir.
4. Bapak Didik Ariwibowo, S.T., M.T selaku dosen wali kelas B, angkatan 2015 Program Studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro yang telah memberikan keperluan legalisasi untuk kelancaran proses pengerjaan tugas akhir serta selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing, mengarahkan, memberikan ilmunya, meminjamkan buku referensi, dan memberikan berbagai pengalaman kepada penulis dan kelompok tugas akhir selama mengerjakan tugas akhir.

5. Seluruh Dosen Program Studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmunya selama proses perkuliahan dan pengerjaan tugas akhir.
6. Teknisi Program Studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro yang telah mengarahkan dan membantu dalam proses peminjaman alat laboratorium.
7. Bapak Sugito Widodo selaku administrasi PSD III Teknik Mesin Universitas Diponegoro yang telah mengarahkan dan memberikan surat-surat prosedur pelaksanaan tugas akhir.
8. Teman teman terkhusus Adi, Dimas dan Ilham yang telah memberikan dukungan baik tenaga maupun moral.
9. Teman-teman sejurusan dan seangkatan, serta pihak-pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah memberikan dukungan kepada penulis.

Dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih belum sempurna, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk menyempurnakan laporan ini. Semoga Laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Semarang, 2 Oktober 2018

Penulis

ABSTRAKSI

Mesin refrigerasi saat ini banyak dimanfaatkan masyarakat seiring dengan kemajuan teknologi dan juga dapat membantu aktivitas manusia. Di negara Indonesia penggunaan mesin-mesin refrigerasi akan menjadi lebih meluas karena Indonesia beriklim panas dan memiliki kelembaban relatif yang tinggi. Mesin refrigerasi banyak digunakan untuk mengawetkan makanan, penyejuk ruangan, dispenser dan mesin pengering (dehumidifier). Dehumidifier adalah sebuah alat yang digunakan untuk mencukupi suplai kebutuhan udara kering dan panas, alat ini dapat digunakan di berbagai bidang seperti bidang pertanian, pangan, dan industri. Saat ini alat pengering dan pemanas dehumidifier lebih banyak menggunakan pemanas tambahan seperti peltier dan atau elemen pemanas yang lain, yang tentunya membutuhkan banyak daya listrik yang terpakai. Pada dehumidifier ini menggunakan basis sistem refrigerasi kompresi uap yang akan memanfaatkan panas yg diserap evaporator sehingga akan mengurangi penggunaan energi listrik dan dapat menghemat biaya penggunaannya. evaporator diletakan sejajar kipas setelah udara melewati kompresor dan udara akan terjadi pemanasan oleh evaporator. Sebagai alat untuk penukaran panas dari fluida dengan temperatur rendah ke fluida dengan temperatur tinggi, suatu heat exchanger diharapkan mempunyai efektivitas yang tinggi. Secara teoritis kenaikan kecepatan aliran akan menaikkan efektivitas. Namun, hal ini membuat waktu kontak menjadi singkat Efektifitas evaporator yang paling tinggi dalam tugas proyek akhir ini berada pada arus 0,22 A, karena pada hasil perhitungannya mempunyai nilai efektivitas evaporator yang tinggi.

Kata kunci : Dehumudifier, Evaporator

ABSTRACT

Refrigeration machines are currently being used by the community along with technological advances and can also help human activities. In Indonesia, the use of refrigeration machines will become more widespread because Indonesia has a hot climate and has high relative humidity. Refrigeration machines are widely used to preserve food, air conditioning, dispensers and dehumidifiers. Dehumidifier is a device that is used to supply the needs of dry and hot air, this tool can be used in various fields such as agriculture, food and industry. Today the dryer and heater dehumidifier use more heaters such as peltier and / or other heating elements, which of course requires a lot of electricity to be used. This dehumidifier uses a base steam compression refill system that will utilize the heat absorbed by the evaporator so that it will reduce the use of electrical energy and can save its usage costs. The evaporator is placed parallel to the fan after the air has passed through the compressor and the air will be heated by the evaporator. As a tool for heat exchange from low temperature fluids to high temperature fluids, a heat exchanger is expected to have high effectiveness. Theoretically the increase in flow velocity will increase effectiveness. However, this makes contact time short. The highest evaporator effectiveness in this final project task is at a current of 0.22 A, because the results of the calculation have a high evaporator effectiveness value.

Keywords: dehumidifier, evaporators

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
SURAT TUGAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAKSI.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR NOTASI.....	xviii
BAB I	Error! Bookmark not defined.
PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Pembatasan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.4 Alasan Pemilihan Judul	Error! Bookmark not defined.
1.5 Tujuan Tugas Akhir.....	Error! Bookmark not defined.
1.6 Manfaat Tugas Akhir.....	Error! Bookmark not defined.

1.7	Metodologi Tugas Akhir	Error! Bookmark not defined.
1.8	Sistematika Penulisan Laporan	Error! Bookmark not defined.
BAB II.....		Error! Bookmark not defined.
TINJAUAN PUSTAKA.....		Error! Bookmark not defined.
2.1	Pengertian Umum.....	Error! Bookmark not defined.
2.2	Definisi Kalor	Error! Bookmark not defined.
2.3	Perpindahan Kalor	Error! Bookmark not defined.
2.4	Alat Penukar Kalor	Error! Bookmark not defined.
2.4.1	Tipe Alat Penukar Kalor.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.1.1	Pertukaran Kalor dengan aliran searah.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.1.2	Pertukaran Kalor dengan aliran berlawanan arah...	Error! Bookmark not defined.
2.4.1.3	Pertukaran Panas dengan Aliran Silang	Error! Bookmark not defined.
2.5	Mekanisme Perpindahan Kalor	Error! Bookmark not defined.
2.5.1	Jenis Perpindahan Kalor Konveksi	Error! Bookmark not defined.
2.5.2	Jenis Perpindahan Kalor konduksi	Error! Bookmark not defined.
2.5.3	Jenis Perpindahan Kalor Radiasi	Error! Bookmark not defined.
2.6	Prinsip Kerja Evaporator	Error! Bookmark not defined.
2.7	Jenis – Jenis Evaporator	Error! Bookmark not defined.
2.7.1	Evaporator pipa (bare tube)	Error! Bookmark not defined.

2.7.2 Evaporator permukaan pelat (plate surface)	Error! Bookmark not defined.
2.8 Perhitungan Performance Evaporator.....	Error! Bookmark not defined.
2.8.1 Kapasitas Heat Transfer.....	Error! Bookmark not defined.
2.8.2 Nilai Efektivitas Heat Exchanger dan Number Transfer Unit (NTU)	Error! Bookmark not defined.
2.8.3 Nilai Log Mean Temperature Different (LMTD)	Error! Bookmark not defined.
2.8.4 Kondisi Aliran	Error! Bookmark not defined.
METODOLOGI	Error! Bookmark not defined.
3.1 Proses Flow Diagram (PFD)	Error! Bookmark not defined.
3.2 Komponen Utama Sistem Dehumidifier ..	Error! Bookmark not defined.
3.3 Fabrikasi Dehumidifier.....	Error! Bookmark not defined.
3.4 Commissioning (Pengujian Dehumidifier).....	Error! Bookmark not defined.
3.5 Pengambilan Data.....	Error! Bookmark not defined.
3.6 Analisa dan Kalkulasi.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV	Error! Bookmark not defined.
PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1 Proses Flow Diagram (PFD)	Error! Bookmark not defined.
4.2 Spesifikasi Komponen Sistem <i>Dehumidifier</i>	Error! Bookmark not defined.
4.3 Fabrikasi <i>Dehumidifier</i>	Error! Bookmark not defined.

4.4	Commissioning (Pengujian Dehumidifier).....	Error! Bookmark not defined.
4.5	Pengambilan Data.....	Error! Bookmark not defined.
4.6	Analisa dan Kalkulasi.....	Error! Bookmark not defined.
4.6.1	Analisa Data	Error! Bookmark not defined.
4.6.2	Perhitungan data.....	Error! Bookmark not defined.
4.6.3	Pembahasan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V	Error! Bookmark not defined.
KESIMPULAN DAN SARAN	Error! Bookmark not defined.
5.2	Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
5.2	Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aliran perpindahan panas Parallel Flow.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.1 Aliran perpindahan panas Parallel Flow.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.7 Aliran Crossflow.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.8 Perpindahan Panas Konveksi	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.2 rambatan panas konduksi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.4 Contoh radiasi	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.1 Skema dehumidifier	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.2 Desain prototipe dehumidifier.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.3 Kompresor.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.4 Design Kompresor Kulthorn WJ 2450ZK	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.5 Gambar Nameplat Fan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.6 Design LTF4E-300-50	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.7 Kondensor	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.8 Evaporator.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.9 Tube Kapiler atau Tube Ekspansi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.10 Tube Tembaga.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.11 Peralatan yang digunakan dalam fabrikasi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.12 Peralatan Cutting	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.13 Peralatan Flaring.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.14 Peralatan Swaging	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.15 Teknik brazing	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.16 Pompa Vakum dan proses pemvakuman.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.17 Pembacaan manometer saat vakum	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.18 Test kebocoran dengan air sabun	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.19 Proses Blasting dengan gas nitrogen.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.20 Proses Memasukan Refrigerant.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.21 pemantauan refrigerant melalui manipol	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.22 Tekanan Refrigerant.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.23 Dimmer sebagai pengatur arus.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.24 Pengecekan Panel	Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.25 Pengukuran Menggunakan Tang *Ampere* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.26 Pengecekan Tombol..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.27 Pembentukan Es pada Tube karena Proses Ekspansi *Refigerant*.. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.29 Grafik performa evaporator **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.30 Grafik hubungan Efektivitas dengan Daya **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Lembar pencatatan data eksperimen Udara.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 2. Lembar pencatatan data eksperimen refrigeran.	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.1 Data sampel 26 Mei 2018.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.2 Data sampel 31 Mei 2018.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.3 Data sampel 6 Juni 2018.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.4 Data sampel 8 Juni 2018.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.5 Data sampel 22 Juni 2018	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.6 Data Refrihgeran.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.7 Data Udara.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.8 Qref =Qud setiap Data.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.9 Data nilai Effektivitas Evaporator	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

1.Data 26 Mei 2018.....	Error! Bookmark not defined.
2. Data 31 Mei 2018.....	Error! Bookmark not defined.
3. Data 6 Juni 2018.....	Error! Bookmark not defined.
4. Data 8 Juni 2018.....	Error! Bookmark not defined.
5. Data 22 Juni 2018	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR NOTASI

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan	Penggunaan pertama halaman
q	Laju aliran Panas	W	10
k	Konduktifitas Thermal bahan	W/m.°C	10
A	Luas penampang	m ²	10
$\frac{dT}{dx}$	laju perubahan suhu terhadap jarak	°C/m	10
q_c	Laju perpindahan konveksi	W	12
h_c	Koefisien Perpindahan Konveksi	W/m ² .°C	12
ΔT	Beda suhu permukaan	°C	12
Q_{udara}	<i>Heat transfer udara</i>	W	18
Q_{ref}	<i>Heat transfer refrigeran</i>	W	18
\dot{m}	Laju alir massa	kg/s	19
C_{p_c}	Panas jenis aliran rendah	J/kg.K	19
C_{p_h}	Panas jenis aliran panas	J/kg.K	19
V_{udara}	Kecepatan udara	m/s	19
ρ	Massa jenis	Kg/m ³	19
C_{min}	Kapasitas minimum	W/k	19
ϵ	Efektivitas Heat Exchanger		20
U	Koef. Perpindahan Panas	W/m ² .K	21
NTU	Number Transfer Unit		21
LMTD	<i>Log Mean Temperature Different</i>	°C	21
ΔT_A	Perbedaan temperature aliran A	°K	21

ΔT_B	Perbedaan temperature aliran B	$^{\circ}\text{K}$	21
Re	Bilangan Reynold	-	22
D	Diameter tube	m	22
μ	Volume udara spesifik	Kg/m.s	22
P_1	Tekanan Masuk Kompresor	Bar	28
P_2	Tekanan Masuk Kondensor	Bar	28
P_3	Tekanan Keluar Kondensor	Bar	28
P_4	Tekanan Masuk Evaporator	Bar	28
A_{fan}	Luas penampang fan	m^2	55
$T_{\text{ud.in}}$	Temperatur udara masuk Kondensor	$^{\circ}\text{C}$	55
$T_{\text{ud.out}}$	Temperatur udara keluar Kondensor	$^{\circ}\text{C}$	55
h_2	Entalpi masuk kondensor	kJ/kg	56
h_3	Entalpi keluar kondensor	kJ/kg	56
T_{sat}	Suhu saturated refrigerant	$^{\circ}\text{C}$	57
$T_{\text{ref.in}}$	Suhu refrigerant masuk kondensor	$^{\circ}\text{C}$	57
$T_{\text{ref.out}}$	Suhu refrigerant keluar kondensor	$^{\circ}\text{C}$	57
P_{sat}	Tekanan saturated	bar	57
g	Gravitasi	m/s^2	57
h_d	koefisien konveksi kondensasi	$\text{W/m}^2.\text{K}$	58
h_{fg}	Grand sensible heat factor	kJ/kg	59

